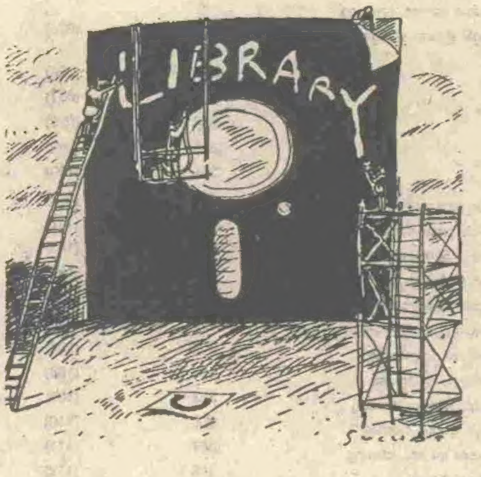
มุมนักเล่น

ภาษา C

จรเ เลิศสุดวิชัย

สร้างไลบรารี

เพิ่มเติมให้เทอร์โบซี

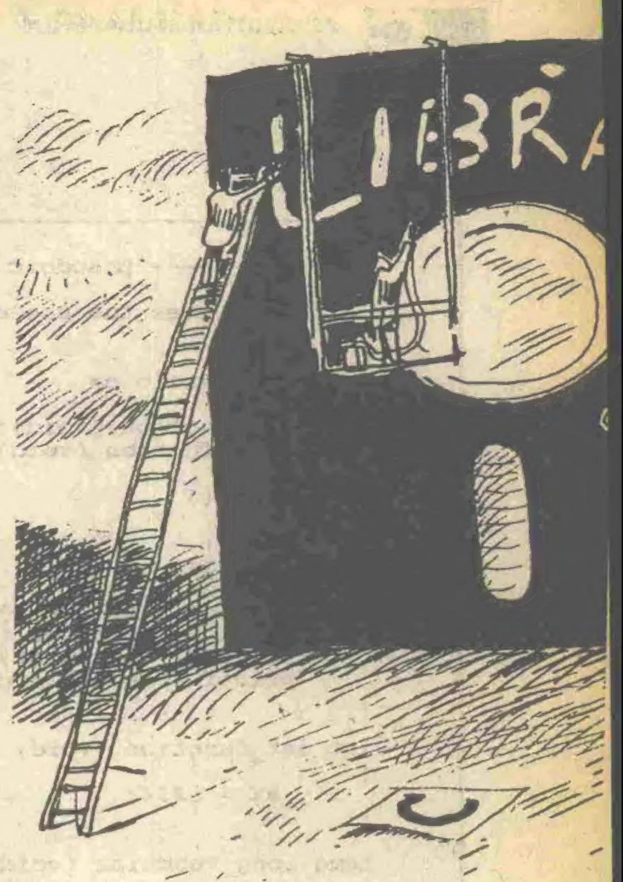


ภาษาซีมีคุณสมบัติพิเศษ ขยายขีดความสามารถได้ แต่เทอร์โบซีมีให้คุณมากกว่า

C ภาษาคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถในการเพิ่มเติมประสิทธิภาพตัวภาษาเองได้ เมื่อเปรียบเทียบกับภาษาอื่น เช่น โคบอล หรือ เบสิก ซึ่งมีลักษณะที่ไม่อ่อนตัว จะพบว่าความนิยมเริ่มลดน้อยลง ลักษณะของความสามารถที่เพิ่มขึ้นคือการยอมให้ผู้เขียนโปรแกรมสร้างสิ่งใหม่ ๆ ให้กับตัวภาษาได้ เช่น ในภาษาซีผู้เขียนโปรแกรมสามารถกำหนด (Declare) โครงสร้างข้อมูลแบบใหม่ได้สร้างและขยายฟังก์ชันสำหรับจัดการอินพุต/เอาต์พุตของระบบได้ นอกจากนั้นยังสามารถรวบรวมเอาฟังก์ชันต่าง ๆ เหล่านี้เก็บลงในไลบรารี่สำหรับใช้งานในภายหลังได้อีก ภาษาซีมีคุณสมบัติที่ขยายขีดความสามารถ เทอร์โบซีก็ยังมีคุณสมบัติการขยายมากกว่า เนื่องจากเทอร์โบซีถูกออกแบบสำหรับใช้งานบนเครื่องไอบีเอ็ม พีซี โดยเฉพาะ ดังนั้นตัวของเทอร์โบซีจึงมีคุณสมบัติเหมาะสำหรับการพัฒนาซอฟต์แวร์ต่าง ๆ บ เครื่องไอบีเอ็ม พีซี สำหรับมุมภาษา ในฉบับนี้และฉบับต่อไป จะเป็นเรื่อ ของการสร้างฟังก์ชัน รวมทั้งจะเสน เทคนิคและวิธีการใช้งานเทอร์โบซีใ คุณสมบัติต่าง ๆ บางเรื่องที่เกี่ยวข้อ กับฮาร์ดแวร์ เอ็มเอส-ดอส หรือ ไบออ ผู้เขียนก็จะแทรกรายละเอียดที่จำเป็ อธิบายเสริมความเข้าใจต่างหาก เช่ บางฟังก์ชันอาจจำเป็นต้องเขียนด้ว แอสเซมบลีในส่วนนั้นก็จะมีแอสเซมบ แทรกลงไปในโปรแกรมภาษาซีเป็นอิน ไลน์แอสเซมบลี (In-Line assembly ดังนั้นนอกจากตัวโปรแกรมเทอร์โบซี ต้องใช้แล้ว ยังต้องใช้เทอร์โบแอสเซม เบลอร์ (TASM) ร่วมด้วยในบางครั้ อย่างไรก็ตาม การพัฒนาซอฟต์แวร์ด้ว เทอร์โบซี ถ้าใช้ขีดความสามารถบา อย่างแล้วก็จะทำให้โปรแกรมที่สร้างขึ้ ไม่มีคุณสมบัติในการโอนย้ายโปรแกร (NON-portable) เช่นไม่สามารถน โปรแกรมนั้นมาคอมพายล์ด้วยไมโคร ซอฟต์ซีใหม่ได้ ไม่สามารถนำโปรแกร ไปใช้ในงานใหม่บนเครื่องที่มีคอมพาย เลอร์ตัวอื่น ๆ ได้

สำหรับในฉบับนี้จะเป็นการกล่า ถึงคุณสมบัติพิเศษที่มีในเทอร์โบซีซึ่ จะถูกนำไปใช้ในการสร้างฟังก์ชันอื่น ส่วนบทความตอนต่อไป อย่างไรก็ตาม มีหลายเรื่องที่ท่านผู้อ่านควรจะมีความรู มาก่อน หรือเตรียมตัวเพื่อเป็นพื้นฐาน ในการที่จะเข้าใจคุณสมบัติพิเศษของ

ภาพประกอบ : สุรวิ สหราติโภคานันท์



อร์โบซี ซึ่งมีหัวข้อที่ต้องศึกษาก่อน
นี้

– โครงสร้างภายในบางส่วนของ
ไครโปรเซสเซอร์ 8088/8086/80286

– ฟังก์ชันสำหรับเรียกใช้งานบริการ
งดอส

– ฟังก์ชันสำหรับเรียกใช้งานบริการ
งไบออส

ะสำหรับคุณสมบัติพิเศษของเทอร์โบซี
ะกล่าวก็มีดังนี้

– ตัวแปรรีจิสเตอร์ปลอม (Register
eudo variable)

– อินไลน์ แอสแซมบลีในเทอร์โบซี

– ฟังก์ชันสำหรับอินเตอร์รัพต์

– ฟังก์ชันสำหรับการแสดงผลข้อ
าม

– ฟังก์ชันแฝงในเทอร์โบซี

ข้าสู่เทอร์โบซี

เทอร์โบซีเป็นชุดคอมพายเลอร์ที่
อนข้างพิเศษคือนอกจากจะเป็นไปตาม
ตรฐาน (ANSI) ของคอมพายเลอร์
าษาซีแล้วในเทอร์โบซียังมีเครื่องมือที่
รียมไว้ให้ผู้ใช้นำไปขยายขีดความ
มารถได้อีกมาก

เมื่อพูดถึงตำราภาษาซีต้องยกให้
บหนังสือ "The C Programming
anguage" ของ Kernighan และ
itehie ซึ่งถูกถือว่าเป็นคัมภีร์แห่ง
าษาซีจนในที่สุดก็กลายเป็นมาตรฐาน
ป เรื่องราวที่กล่าวถึงในหนังสือเล่มนี้
เป็นเรื่องทั่วไปในการเขียนโปรแกรม
าษาซีแต่ในการพัฒนาโปรแกรมจริง ๆ
ล้วงานส่วนใหญ่ของโปรแกรมก็จะมี
วนที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองการ
ดแป้นพิมพ์การแสดงผลทางจอภาพ
งในภาษาซีเองก็มีฟังก์ชันมาตรฐาน
ป็นไลบรารีให้ใช้งานแต่ฟังก์ชันเหล่านั้นไม่ค่อยน่าใช้เท่าไร เนื่องจากยังคงลักษณะเดิมของภาษาซีที่เป็นต้นฉบับเอาไว้ ซึ่งอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตในสมัยก่อนยังล้าสมัยอยู่มาก ดังนั้นในการทำงานของโปรแกรมส่วนการติดต่อผู้ใช้งาน (User Interface) จึงนับเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่ง ในตัวภาษาซีเองก็นับได้ว่าเป็นภาษาที่อยู่ใกล้ชิดฮาร์ดแวร์มากที่สุดภาษาหนึ่งและโดยเฉพาะเทอร์โบซีซึ่งได้จัดเตรียมเครื่องมือเอาไว้เป็นพิเศษอยู่แล้ว การใช้งานต่าง ๆ กับฮาร์ดแวร์ของระบบพีซี ไบออสและดอสจะช่วยให้ประสิทธิภาพของโปรแกรมดีขึ้นรวมทั้งระบบติดต่อผู้ใช้งานจะน่าใช้งานมากขึ้นด้วย ฟังก์ชันหรือไลบรารีชุดที่จะพัฒนากันนับต่อไปนี้ก็จะเกี่ยวข้องกับฮาร์ดแวร์ ไบออสและดอสโดยตรงในบางส่วน หรืออาจจะนำภาษาแอสเซมบลีทั้งหมดมาใส่แทรกไว้ในส่วนของอินไลน์แอสแซมบลี ก็ได้ คุณสมบัติที่โดดเด่นของเทอร์โบซีอันนี้จะทำให้โปรแกรมที่พัฒนาสามารถใช้งานฮาร์ดแวร์ได้อย่างใกล้ชิดมากที่สุด

ตัวแปรรีจิสเตอร์เทียม

ในการทำงานบางครั้งมีความจำเป็นที่จะต้องใช้งานรีจิสเตอร์ของซีพียูโดยตรงซึ่งก็สามารถทำได้โดยอาศัยแอสเซมบลี ในเทอร์โบซีได้เตรียมตัวแปรพิเศษที่ใช้แทนรีจิสเตอร์ของซีพียูเพื่อให้โปรแกรมสามารถอ่านหรือเขียนข้อมูลลงบนรีจิสเตอร์ไปซีพียูได้โดยผ่านตัวแปรเทียม ซึ่งจะมีชื่อเหมือนกับชื่อของรีจิสเตอร์เพียงมีตัวอักษรพิเศษ "__" อยู่หน้าชื่อตัวแปร ตัวอย่างเช่น _AX, _AH, _AL, _DS, _FLAGE เป็นต้น รีจิสเตอร์เทียมสามารถใช้งานได้เหมือนตัวแปรทั่วไปคือสามารถกำหนดค่าตัวแปรให้กับตัวอื่นและใช้ในนิพจน์คณิตศาสตร์ได้ เนื่องจากในตัวเทอร์โบซีเองใช้งานรีจิสเตอร์หลายตัว ในการแปลภาษาซีให้เป็นภาษาเครื่อง เทอร์โบซีจำเป็นต้องใช้รีจิสเตอร์บางตัวเพื่อให้งานเป็นไปตามวัตถุประสงค์ ดังนั้นจะพบว่าในบางโปรแกรมการใช้งานตัวแปรรีจิสเตอร์เทียมที่ไม่ถูกวิธีจะทำให้โปรแกรมทำงานผิดพลาดได้ เช่น การกำหนดค่า AL ให้กับตำแหน่งหน่วยความจำตำแหน่งหนึ่งโปรแกรมคอมพายเลอร์ภาษาซีอาจใช้รีจิสเตอร์ AL ตัวเดียวกันในการแทนตำแหน่งหน่วยความจำตำแหน่งนั้นซึ่งผลของการทำงานดังกล่าวก็จะผิดพลาดไป เพราะตัวเทอร์โบซีเองไม่สามารถจะทราบการใช้งานตัวแปรเทียมของผู้เขียนโปรแกรมได้ ดังนั้นการใช้งานตัวแปรเทียมผู้เขียนโปรแกรมจะต้องทราบเองว่าใช้รีจิสเตอร์เหล่านั้นทำอะไรอยู่

ในโปรแกรมรูปที่ 1 คือโปรแกรมชื่อ Pseudo.C เป็นตัวอย่างการใช้งานตัวแปรรีจิสเตอร์เทียมในการทำความ

```
/*------------ pseudo.c ------------*/
/*
 * demostrates the use of register pseudo-variables
 */

#include <stdio.h>

int int_function (void);
long long_fuction (void);

void main ()
{
      int i;
      long j;

      i = int_function ();
      j = long_function ();
      printf ("\nthe int is: %d",  i);
      printf ("\nthe long is %ld", j);
}

int int_function (void)
{
      _AX = 1234;
}

long long_function (void)
{
      long lint = 654321L;

      _DX = (unsigned) (lint >> 16);
      _AX = (unsigned) (lint & 0xffff);
}
```

รูปที่ 1

เข้าใจผู้อ่านต้องทราบก่อนว่าในฟังก์ชันของเทอร์โบซีนั้น การส่งค่ากลับในกรณีของจำนวนเต็ม จะถูกส่งทางรีจิสเตอร์ AX สำหรับจำนวนเต็มแบบยาว (Long Integer) จะผ่านค่ากลับทางรีจิสเตอร์ DX กับ AX ฟังก์ชันหลักจะทำการเรียก ไอเอ็นทีฟังก์ชัน (int-function) ซึ่งส่งค่าจำนวนเต็มและลองก์ฟังก์ชัน (long-function) จะส่งค่าจำนวนเต็มแบบยาวออกมาว่า ภายในฟังก์ชันทั้งสองนั้นได้ทำการกำหนดค่าที่จะส่งกลับให้กับตัวแปรเทียม__AX และ __DX แทนการใช้คำสั่งรีเทอร์น อย่างไรก็ตามการคอมพายล์โปรแกรมนี้จะปรากฏข้อความเตือนให้ทราบว่าฟังก์ชันที่ประกาศไว้ไม่มีการส่งค่าเนื่องจากไม่พบคำสั่งรีเทอร์นภายในตัวฟังก์ชันซึ่งไม่จำเป็นต้องสนใจในคำเตือนเหล่านั้น

สรุปแล้วถ้าผู้อ่านตัดสินใจจะใช้ตัวแปรรีจิสเตอร์เทียมในโปรแกรมผู้อ่านจะต้องทราบวิธีการแปลภาษาของเทอร์โบซีว่ามีการใช้รีจิสเตอร์ชุดใดบ้าง ซึ่งตามปกติจะถูกกำหนดตายตัวไว้ รวมทั้งวิธีการส่งค่าเป็นพารามิเตอร์ระหว่างฟังก์ชัน (รายละเอียดมีอยู่ในคู่มือของเทอร์โบซี Turbo C User's Guide) อย่างไรก็ตามการใช้งานรีจิสเตอร์ในเทอร์โบซีแต่ละรุ่นจะแตกต่างกันไป หนทางที่จะช่วยเพิ่มความมั่นใจขึ้นด้วยการใช้ TCC.EXE ทำการแปลภาษาซีให้เป็นแอสแซมบลีโดยใช้สวิตช์ -S แล้วพิจารณาจากโค้ดแอสเซมบลีแทนว่ามีการใช้รีจิสเตอร์ในฟังก์ชันอย่าง
บ้าง

In-Line Assembly

ในส่วนของอินไลน์แอสเซม
ที่เสริมในเทอร์โบซีนี้เปิดให้ผู้เขียน
ภาษาเทอร์โบซีร่วมกับโปรแกรมภาษ
โดยมีรูปแบบการใช้งานดังนี้

```
asm <assembly language statemen
```

เมื่อทำการแปลภาษาตัวเทอร์โบซี
สร้างไฟล์ผลลัพธ์เป็นไฟล์ภาษาแอสเซ
บลี โดยการนำแอสเซมบลีที่อยู่หลังคำ
asm ไปแทรกในโปรแกรมแอสเซม
จากนั้นจึงเรียกเอาเทอร์โบแอสเซ
เบลอร์ขึ้นมาทำงานกับไฟล์ผลลัพธ์จน
ไฟล์ที่เป็นออปเจ็กต์ (obj) ที่ต้อง
แปลภาษาแอสเซมบลีได้เองจึงต้อง
เทอร์โบแอสเซมเบอล์แปลภาษาแอ
เซมบลี จะพบว่าตัวเทอร์โบซีที่เ
ระบบรวมเบ็ดเสร็จ (Turbo C
tegrated Development Environme
ไม่สามารถแปลภาษาซีที่ใช้อินไล
แอสเซมบลีได้ดังนั้นการแปลจึงต้
ใช้เทอร์โบซีคอมพายเลอร์ที่เป็นคอ
มานด์ไลน์ (TCC.EXE) ในการแปลโป
แกรมนั้น ๆ อย่างไรก็ตามถ้าต้องการ
ไฟล์โปรแกรมดังกล่าวในการพัฒนาโป
แกรมบนเทอร์โบซีที่เป็นระบบเบ็ดเส
ก็อาจจะแก้ไขได้ โดยการคอมพา
โปรแกรมเทอร์โบซีที่มีอินไลน์แอสเซม
แยกต่างหากด้วย TCC.EXE จากน
จึงนำเอาไฟล์ออปเจ็กต์ (.obj) ที่ได้ไป
ไว้ในไฟล์โปรเจ็กต์ (Project) ความจ
แล้วเทอร์โบซีเองไม่ใช่ตัวแปลภาษ
ตัวแรกที่มีอินไลน์แอสเซมบลีใน
แปลภาษาซีตัวอื่น ๆ ก็มีส่วนนี้อยู่ด้
แต่รูปแบบการใช้งานก็จะต่างกันออก
ไม่มีมาตรฐาน

ฟังก์ชันแฝงในเทอร์โบซี

ในเทอร์โบซีมีอยู่หลายฟังก์ชันที่ลักษณะเหมือนมาโคร (macro) คือจะถูกสร้างเป็นคำสั่งภาษาแอสเซมบลีที่สั้นและตรงไปตรงมาข้อดีของฟังก์ชันพวกนี้คือจะทำงานได้รวดเร็วเพราะไม่มีโอเวอร์เฮด อย่างไรก็ตามในตัวแปลภาษาซีตัวอื่นอาจจะไม่มีฟังก์ชันแฝง ดังนั้นถ้าหากใช้ฟังก์ชันแฝงพวกนี้ก็จะไม่สามารถนำเอาโปรแกรมดังกล่าวไปใช้งานในตัวแปลภาษาซีตัวอื่นได้ (NON-portable)

ตัวอย่างฟังก์ชันแฝงในเทอร์โบซีได้แก่

```
geninterrupt
enable
disable
inport
outport
inportb
outportb
peek
poke
peekb
pokeb
```

ฟังก์ชันพวกนี้จะถูกใช้งานมากในไลบรารีที่เราจะพัฒนาขึ้น จึงขออธิบายรายละเอียดวิธีการใช้งานคร่าว ๆ ดังนี้

สำหรับฟังก์ชัน geninterrupt เป็นฟังก์ชันที่ใช้เรียกโปรแกรมอินเตอร์รัพต์ ฟังก์ชันนี้ต้องการหมายเลขอินเตอร์รัพต์เป็นพารามิเตอร์ ตัวอย่างเช่น

```
geninterrupt (0 × 21):
```

เมื่อถูกแปลเทอร์โบซีจะแทรกคำสั่งภาษาแอสแซมบลีเข้าไปแทนคือคำสั่ง

```
INT 21 H
```

และยังสามารถนำเอาตัวแปรรีจิสเตอร์เทียมมาใช้งานร่วมกันได้ด้วย ดังตัวอย่างการอ่านตัวอักษรที่ถูกกดจากแป้นพิมพ์ผ่านไบออสดังต่อไปนี้

```
_AH = 0;
geninterrupt (0 × 16);
kbchar = _AL·
```

สำหรับฟังก์ชันเอนเนเบิล (enable) และดิสเอเบิล (disable) จะถูกแทนที่ด้วยคำสั่งแอสเซมบลี STI และ CLI ซึ่งเป็นคำสั่งสำหรับเซตและเคลียร์แฟล็กที่เกี่ยวกับอินเตอร์รัพต์ของซีพียูในรีจิสเตอร์แฟล็ก ฟังก์ชันนี้จะสามารถหยุดและอนุญาตอินเตอร์รัพต์จากภายนอกซีพียูได้ เช่นอินเตอร์รัพต์เวลาจากแป้นพิมพ์ มักจะใช้คำสั่งทั้งสองในกรณีที่ต้องใช้งานตัวแปรรีจิสเตอร์เทียม _SS และ _SP (เกี่ยวกับรีจิสเตอร์สแต็กเซกเมนต์และรีจิสเตอร์สแต็กพอยเตอร์) เพราะว่าในระหว่างกำลังจะทำการเปลี่ยนแปลงค่าในรีจิสเตอร์ทั้งสอง ถ้ามีอินเตอร์รัพต์เกิดขึ้น อาจจะทำให้เกิดเหตุการณ์ที่ไม่พึงปรารถนาขึ้นได้ ฟังก์ชันอินพอร์ต (inport) และเอาต์พอร์ต (outport) ก็เป็นฟังก์ชันแฝงอีกกลุ่ม (คู่กับฟังก์ชัน inportb และ outportb) ซึ่งเมื่อถูกแปลก็จะถูกแทนที่ด้วยคำสั่ง IN และ OUT ส่วนฟังก์ชันโพค (poke) และ พีค (peek) จะเป็นการอ้างอิงถึงตำแหน่งหน่วยความจำโดยใช้พอยน์เตอร์เข้าช่วย (เป็นมาโคร) แต่ฟังก์ชันตัวจริงของกลุ่มนี้เกี่ยวกับ port และฟังก์ชันโพค/พีคในไลบรารีของเทอร์โบซีดังนั้นในโปรแกรมที่ใช้คำสั่งเหล่านี้ถ้าไม่ได้ดึงไฟล์ DOS.H มาแปลด้วย (ใช้คำสั่ง # include <dos.H> เทอร์โบซีจะเรียกฟังก์ชันตัวจริงในไลบรารีมาใช้งานแทนฟังก์ชันแฝงกลุ่มนี้

ฟังก์ชันสำหรับอินเตอร์รัพต์

ในระบบคอมพิวเตอร์ที่มีอุปกรณ์หลาย ๆ ชนิด ซีพียูต้องคอยให้บริการแก่อุปกรณ์ที่ร้องขอมาการเรียกอินเตอร์รัพต์ และการบริการให้แต่ละอุปกรณ์ก็ต่างกันออกไปซีพียูต้องบริการให้ถูกต้องตามอุปกรณ์เหล่านั้น ในระบบของไมโครคอมพิวเตอร์ระดับพีซีอินเตอร์รัพต์ จะมีหมายเลขประจำ และงานบริการของแต่ละอินเตอร์รัพต์จะถูกจัดเก็บอยู่หน่วยความจำแรกสุดของระบบที่เรียกว่า ตารางอินเตอร์รัพต์ (Interrupt Vector) เมื่อเกิดการอินเตอร์รัพต์ขึ้นซีพียูจะต้องให้บริการแก่อินเตอร์รัพต์จนเสร็จแล้วจึงกลับมาทำงานที่ค้างอยู่ ดังนั้นก่อนซีพียูจะเข้าไปทำงานบริการจึงจำเป็นต้องเก็บสถานะต่าง ๆ ของระบบเอาไว้เช่นเก็บค่าในรีจิสเตอร์ต่าง ๆ เอาไว้ในสแต็กและคืนเมื่อทำงานบริการเสร็จนอกจากรีจิสเตอร์ทั่วไปที่จะต้องเก็บแล้วรีจิสเตอร์แฟล็กเป็นอีกตัวหนึ่งที่สำคัญดังนั้นเมื่อเกิดอินเตอร์รีจิสเตอร์แฟล็กก็จะถูกเก็บลงไปในสแต็กด้วยเช่นเดียวกับรีจิสเตอร์ทั่วไป ในทำนองเดียวกันขณะออกจากบริการอินเตอร์รัพต์

ก็จะต้องดึงค่ารีจิสเตอร์แฟล็กคืนด้วย ซึ่งจะมีคำสั่งพิเศษคือ IRET คำสั่งจะดึงค่ารีจิสเตอร์คืนรวมทั้งรีจิสเตอร์แฟล็กด้วย โดยทั่วไปฟังก์ชันบริการอินเตอร์รัพต์มักจะถูกเขียนด้วยภาษาแอสเซมบลีหรืออย่างน้อยที่สุดก็ใช้อินไลน์แอสเซมบลีของคอมพายเลอร์ตัวนั้นแต่ในเทอร์โบซีมีคำพิเศษคืออินเตอร์รัพต์ ซึ่งถ้าชื่อนี้ถูกประกาศอยู่หน้าฟังก์ชันใดจะทำหน้าที่เป็นฟังก์ชันบริการอินเตอร์รัพต์เมื่อถูกเรียกใช้งานก็จะทำการเก็บ (push) รีจิสเตอร์ทั้งหมดลงสแต็ก กำหนดรีจิสเตอร์ DS ให้ชี้ไปยังดาต้าเซกเมนต์ของตัวโปรแกรมและกำหนดรีจิสเตอร์ BP เป็นค่าเดียวกับรีจิสเตอร์ SP ในขณะนั้น จะเห็นว่าทุกครั้งเมื่อมีการอินเตอร์รัพต์ฟังก์ชันบริการดังกล่าวจะถูกเรียกใช้และในขณะทำงานฟังก์ชันบริการจะใช้งานสแต็กบริเวณที่ก่อนจะถูกอินเตอร์รัพต์ซึ่งในคู่มือจะแนะนำว่าการคอมพายล์โปรแกรมควรจะเลือกให้ไม่มีการตรวจสอบสแต็กในการเก็บรีจิสเตอร์ทั้งหมดลงสแต็กและดึงคืนในฟังก์ชันที่ให้เป็นฟังก์ชันบริการอินเตอร์รัพต์นั้น จะเป็นเสมือนการส่งผ่านรีจิสเตอร์ทั้งชุดให้กับฟังก์ชันบริการทางสแต็ก ดังนั้นค่าในสแต็กบริการดังกล่าวสามารถถูกมองเป็นพารามิเตอร์ที่ถูกส่งผ่านให้ฟังก์ชันและถ้าหากมีการเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์เมื่อจบการทำงานจะมีการดึงค่า (pop) คืนให้กับชุดรีจิสเตอร์และค่าในรีจิสเตอร์ก็จะถูกเปลี่ยนค่าไปด้วย ลักษณะนี้ทำให้สามารถพัฒนาฟังก์ชันบริการอินเตอร์รัพต์ที่ทำงานเหมือนฟังก์ชันบริการในไบออสและดอสได้นั่นเอง

ตัวอย่างการประกาศฟังก์ชันบริการอินเตอร์รัพต์

```
void interrupt newisr (bp, di, si,
ds, es, dx, cx, bx, ax, ip, cs, fl,
int bp, di, si  ds, es, dx, cx, bx,
ax, ip, cs, fl ;
```

หรืออาจประกาศเป็นโครงสร้างข้อมูลขึ้นมาใหม่เพื่อความสะดวกในการใช้งานก็ได้ดังรูปที่ 2

```
typedef
        {
        int bp, di, si, ds, es, dx, cx, bx, ax, ip, cs, fl ;
        } IREGS ;
void interrupt newisr (IREGS iregs)
```

รูปที่ 2

สังเกตจะเห็นลำดับการเรียงชื่อพารามิเตอร์เหมือนและตรงกันกับลำดับการเก็บค่าในสแต็ก

และเราสามารถจะทำการกำหนดค่าใหม่ให้กับพารามิเตอร์ตามตัวอย่างใหม่ได้โดยจะมีผลต่อรีจิสเตอร์ตัวนั้น ๆ ตามลำดับ เช่น

```
ax = 123;
หรือ
iregs.ax = 123;
```

รายละเอียดการใช้งานฟังก์ชันบริการอินเตอร์รัพต์จะกล่าวถึงอย่างละเอียดอีกครั้งในตอนต่อไป

ฟังก์ชันการแสดงผลข้อความ

ในเทอร์โบซีนอกจากฟังก์ชันที่เกี่ยวกับระบบอินพุต/เอาต์พุตที่เป็นไปตามมาตรฐาน ANSI X3J11 แล้ว ยังได้เพิ่มฟังก์ชันพิเศษสำหรับระบบเครื่องพีซีที่มีความหลากหลายในอุปกรณ์ เช่น การวัดควบคุมการแสดงผลตั้งแต่ CGA จนถึง VGA ฟังก์ชันการแสดงผลใน เทอร์โบซีสามารถใช้งานได้กับการ์ ดังกล่าวโดยไม่ต้องดัดแปลงแก้ไขโปร แกรมนอกจากนั้นยังสามารถทำงานบน ระบบวินโดว์ที่เทอร์โบซีเตรียมเอาไว้ให ด้วย ซึ่งดูได้จาก "Turbo C Referenc Guide" ในบทที่ 1 ที่เป็นเรื่องขอ "Text Window Display Routine' ตัวอย่างฟังก์ชันได้แก่

```
cprintf
cputs
cscanf
gefche
putch
getpass
```

สรุป

ในฉบับนี้ก็จะเริ่มทำการพัฒน ฟังก์ชันเพิ่มขีดความสามารถให้แก เทอร์โบซีแต่อย่างไรก็ตามท่านผู้อ่าน ควรทบทวนและทำความเข้าใจเพิ่มเติ ในสิ่งที่กล่าวมาแล้วในฉบับนี้เพื่อเตรีย ตัวไว้ในตอนต่อไป